

BAB I

PENDAHULUAN

Pada Bab Pendahuluan ini, akan dibahas terlebih dahulu mengenai latar belakang dan hal-hal teknis lainnya sebagai langkah awal dalam penyusunan skripsi.

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam proyek konstruksi, aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan elemen krusial yang harus diperhatikan karena sangat memengaruhi kelancaran pelaksanaan proyek. Namun, dalam praktiknya, isu K3 masih sering diabaikan di lapangan. Pemerintah sendiri telah mengatur hal ini melalui Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, yang memuat kewajiban baik bagi perusahaan maupun pekerja dalam menerapkan keselamatan kerja. Oleh karena itu, setiap proyek konstruksi diwajibkan untuk menerapkan prinsip-prinsip K3 sesuai dengan ketentuan dalam undang-undang tersebut guna menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif (Juliana et al., 2023).

Keselamatan kerja tidak hanya menjadi tanggung jawab hukum, tetapi juga merupakan aspek fundamental yang harus diperhatikan secara serius karena lingkungan kerja di sektor konstruksi sangat rentan terhadap potensi bahaya yang dapat mengancam kesehatan dan keselamatan para pekerja (Pratomo et al., 2024). Salah satu tahapan yang memiliki risiko tinggi dalam pembangunan gedung adalah proses pengecoran beton merupakan aktivitas yang melibatkan banyak tenaga kerja dan menuntut ketepatan teknis serta kepatuhan terhadap standar K3 (Harahap et al., 2022). Kegiatan seperti pengangkutan beton, pengoperasian *crane*, dan pemadatan beton memiliki risiko tinggi, seperti jatuhnya material, terpeleset, hingga cedera akibat alat berat (RAMDANI, 2023). Serta koordinasi antartenant kerja di area yang sempit atau berada pada ketinggian. Faktor manusia seperti kelelahan, kurangnya keterampilan, minimnya penggunaan APD, dan lemahnya komunikasi turut memperbesar potensi kecelakaan. Oleh karena itu, peran manusia dalam menerapkan K3 menjadi sangat krusial untuk mengurangi risiko, menjaga keselamatan pekerja, serta memastikan mutu dan keberlangsungan proyek (Wuliutomo et al., 2023).

Pengecoran beton adalah salah satu langkah krusial dalam konstruksi yang memerlukan ketelitian dan efisiensi yang tinggi (Irma et al., 2017). Pengecoran secara manual sering menghadapi berbagai masalah, seperti kekurangan tenaga kerja, waktu pengerjaan yang lebih lama, dan risiko keselamatan bagi pekerja (Afiq, 2021). Di samping itu, kualitas pengecoran sangat dipengaruhi oleh proses pemadatan beton yang menggunakan vibrator. Oleh karena itu, pemilihan metode pengecoran dan pemadatan yang tepat sangat penting untuk menjamin mutu beton yang optimal dalam konstruksi.

Salah satu metode yang sering digunakan dalam proses pengecoran dengan memanfaatkan *bucket cor*. *Bucket cor* adalah tempat untuk membawa beton *ready mix* dengan memakai *tower crane* ataupun menggunakan *mobile crane* (Saragi et al., 2023). Metode ini memungkinkan beton diangkut ke area pengecoran dengan lebih mudah dan cepat. Namun, dalam penerapannya, penggunaan *bucket cor* secara manual masih memiliki beberapa kelemahan.



Gambar 1. 1 *Bucket Cor* Konvensional (Kerjadolan, 2020)

Beberapa di antaranya adalah kurangnya dalam pengangkutan dan penuangan beton, serta risiko kecelakaan kerja yang lebih tinggi akibat keterlibatan langsung tenaga manusia dalam proses tersebut (Mulatief et al., 2021). Berdasarkan hasil studi literatur yang diperoleh peneliti, *bucket cor* dengan katup otomatis yang tengah dikembangkan oleh PT PP merupakan inovasi dalam alat bantu pengecoran beton, yang menggunakan mekanisme katup otomatis yang digerakkan oleh motor listrik berarus AC.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Cahya, selaku pelaksana lapangan dari PT Total Bangun Persada, diketahui bahwa penggunaan *bucket cor* yang dilengkapi dengan katup otomatis memiliki keterbatasan dalam

pengaplikasian beton, yaitu hanya dapat digunakan untuk beton dengan nilai slump yang tinggi. Hal ini disebabkan karena beton dengan slump rendah dikhawatirkan dapat menyebabkan penyumbatan pada katup *bucket*, sehingga mengganggu kelancaran proses pengecoran.

Proses pengecoran ini sangat bergantung pada tenaga manusia, terutama pada tahap pengangkutan dan penempatan beton. Dalam satu siklus pengecoran yang menggunakan *bucket*, umumnya diperlukan 5 hingga 7 orang, salah satunya bertugas mengoperasikan *tower crane* atau *mobile crane* untuk mengangkat dan memindahkan *bucket* berisi beton ke area pengecoran, seorang lainnya berperan sebagai *ranger* operator TC juru sinyal yang mengarahkan operator *crane* agar proses pengangkutan berjalan dengan aman dan tepat (PUPR, 2020). Di lokasi pengecoran, satu pekerja bertugas sebagai operator *bucket* yang berdiri di atasnya untuk membuka dan menutup katup *bucket*, mengarahkan aliran beton ke posisi yang ditentukan, dua pekerja bertugas melakukan pemadatan menggunakan vibrator untuk mencegah terjadinya segregasi. Selain itu, satu hingga dua orang biasanya ditugaskan untuk mengatur lalu lintas di sekitar area kerja dan memastikan kelancaran komunikasi serta koordinasi antar pekerja, ketergantungan yang tinggi terhadap keterlibatan langsung pekerja ini tidak hanya meningkatkan potensi risiko keselamatan, tetapi juga membuat proses pengecoran menjadi kurang stabil dan mudah terhambat apabila terjadi kendala tenaga kerja (PUPR, 2020).

Penggunaan vibrator beton adalah cara yang umum dan efektif untuk memadatkan beton saat pengecoran, alat ini menghasilkan getaran yang membantu beton mengalir rata dan mengeluarkan udara yang terperangkap, sehingga beton menjadi padat dan kuat. Pemadatan dengan *vibrator* meningkatkan kekuatan tekan, daya rekat dengan tulangan, serta ketahanan terhadap cuaca dan zat kimia (PUPR, 2020). Tanpa pemadatan yang baik, mutu beton tidak akan maksimal. Karena itu, pemakaian vibrator sangat penting dan harus dilakukan terutama pada elemen struktural seperti kolom, balok, dan pelat (Study et al., 2024). Para pekerja juga perlu memahami pentingnya proses ini untuk memastikan hasil konstruksi yang berkualitas (SHELEMO, 2023). Pemindahan beton dengan menggunakan *bucket* cor sering kali menghadapi

berbagai kendala teknis. Salah satu persoalan yang umum dijumpai adalah adanya beton yang masih melekat pada sisi bagian dalam *bucket* setelah proses penuangan selesai. Selain itu, proses pemindahan dan penuangan beton melalui *bucket* juga berpotensi menyebabkan segregasi, yaitu terpisahnya pasta semen dari agregat dalam campuran beton (Putra, 2023). Kondisi ini dapat berdampak negatif terhadap mutu beton karena menurunkan kekuatan serta berisiko menimbulkan kerusakan pada struktur (Nasution, 2024).

Getaran (vibrasi) dalam proses pengecoran beton sangat penting untuk memastikan beton menjadi padat, homogen, dan bebas dari rongga udara (Rifqi & Ma'arij, 2022). Namun, penerapan getaran yang tidak tepat dapat menyebabkan segregasi, yaitu pemisahan antara agregat kasar dan pasta semen, yang berdampak pada penurunan mutu beton. Agar hal ini tidak terjadi, getaran harus dilakukan dengan frekuensi dan durasi yang sesuai. Frekuensi getaran yang dianjurkan adalah sekitar 4000 hingga 12000 getaran per menit (rpm), tergantung pada jenis beton dan alat yang digunakan (Hamdi et al., 2022). Lama pemberian getaran pada satu titik umumnya antara 5 hingga 15 detik, atau sampai gelembung udara berhenti muncul dan permukaan beton tampak mengilap. Penerapan getaran harus merata dan bertahap, serta vibrator sebaiknya tidak menyentuh langsung dasar atau dinding cetakan untuk menghindari segregasi. Selain itu, vibrator harus dicabut secara perlahan untuk mencegah terbentuknya rongga. Oleh karena itu, pengendalian getaran yang tepat sangat penting untuk menjaga mutu beton. Sebagai solusi, vibrator beton dapat dipasang langsung pada badan *bucket* cor. Fungsi dari pemasangan vibrator ini diharapkan untuk menghasilkan getaran pada dinding *bucket* agar aliran beton menjadi lebih lancar, meminimalkan sisa beton yang menempel, dan menjaga keseragaman campuran beton guna mencegah terjadinya segregasi selama proses pengecoran. Salah satu jenis vibrator yang digunakan adalah motor getar elektrik DC 12 volt, yang bekerja dengan menghasilkan getaran melalui putaran poros yang tidak seimbang. Motor ini memiliki ukuran yang relatif kecil, konsumsi daya rendah, dan mampu memberikan getaran yang cukup untuk membantu kelancaran aliran beton di dalam *bucket*.

Tegangan 12 volt (12V) adalah besaran atau ukuran beda potensial listrik

antara dua titik dalam suatu rangkaian sebesar 12 volt (Mohamad Sirojul Aziis, 2018). Tegangan ini merupakan salah satu jenis tegangan rendah yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan sistem kelistrikan. Dalam bentuk arus searah (DC), tegangan 12 volt banyak diaplikasikan pada perangkat seperti baterai mobil (aki), adaptor, motor DC, lampu LED, dan sistem mikrokontroler seperti Arduino. Tegangan ini memadai untuk menggerakkan komponen elektronik dengan daya kecil hingga menengah, namun tetap tergolong aman untuk penggunaan di lingkungan non-industri. Selain itu, tegangan 12 volt juga digunakan dalam bentuk arus bolak-balik (AC) untuk beberapa sistem penerangan atau peralatan rumah tangga tertentu (Lubis et al., 2020). Karena karakteristiknya yang efisien, stabil, dan relatif aman, tegangan 12 volt sering menjadi pilihan dalam perancangan prototipe sistem otomatisasi seperti katup otomatis, relai kontrol, atau sistem sensor.

Dalam dunia konstruksi, penggunaan alat berat seperti *bucket cor* merupakan hal yang umum, terutama saat melakukan pengecoran pada bangunan bertingkat. Meski demikian, pemakaian alat ini tetap memiliki potensi risiko kecelakaan kerja. Berdasarkan hasil studi literatur Manajemen Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode FMEA Pada Proyek Pembangunan Gedung At-Taawun Universitas Muhammadiyah Surabaya, ditemukan beberapa insiden kecelakaan kerja yang berkaitan langsung dengan penggunaan *bucket cor*, seperti pekerja yang tertimpa *bucket* dari atas, terbentur alat tersebut, atau terkena campuran beton yang jatuh dari ketinggian. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun *bucket cor* berperan penting sebagai alat bantu, penggunaannya tetap mengandung risiko tinggi apabila tidak didukung oleh pengelolaan risiko dan penerapan standar keselamatan kerja yang baik (Choiruddin et al., 2023).

Berdasarkan hasil studi literatur dari artikel Nadila Zulpa (2023) yang menggunakan metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*), diketahui bahwa penggunaan alat bantu pengecoran seperti *bucket cor* memiliki potensi risiko kecelakaan kerja yang cukup signifikan. Salah satu risiko yang teridentifikasi secara spesifik pada penggunaan *bucket cor* adalah potensi tertimpa alat, yang dikategorikan dalam kondisi darurat

(*emergency*). Risiko ini memiliki nilai risiko sebesar 12, yang termasuk dalam tingkat keparahan berat (*major*) dengan kemungkinan sedang (*likelihood* 2) dan tingkat keparahan fatal (*severity* 4), yang bahkan dapat mengakibatkan kematian. Dari total sembilan risiko kerja yang teridentifikasi dalam proses pengecoran beton di PT Bonna Indonesia, risiko akibat penggunaan *bucket cor* hanya berjumlah satu, atau sekitar 11,1% dari keseluruhan potensi bahaya yang dianalisis. Meskipun secara kuantitas jumlahnya kecil, namun secara kualitas, risiko ini tergolong paling parah dibandingkan risiko lainnya karena dapat menyebabkan kecelakaan kerja fatal (Zulpa et al., 2023).

Pada proyek pembangunan Menara X di Jakarta, penggunaan *bucket cor* dalam pekerjaan pengecoran tangga teridentifikasi sebagai salah satu sumber risiko kerja berdasarkan analisis HIRADC dan Job Safety Analysis (JSA). Risiko utama yang muncul adalah potensi "terbentur *bucket cor*" dengan tingkat probabilitas 36% dan dampak 44%, yang dikategorikan sebagai risiko sedang. Dari 47 variabel risiko yang teridentifikasi di seluruh jenis pekerjaan, risiko terkait *bucket cor* hanya muncul sekali (sekitar 2,1%), namun tetap perlu diperhatikan karena terjadi pada tahapan berisiko tinggi (Jannah et al., 2014).

Menurut laporan berita detikNews, pada tanggal 19 Maret 2022 terjadi kecelakaan kerja di proyek pembangunan Kampus Bunda Mulya yang berlokasi di Pinang, Kota Tangerang. Insiden ini menyebabkan empat orang pekerja menjadi korban, dua di antaranya meninggal dunia. Kecelakaan terjadi akibat jatuhnya *bucket cor* saat proses pengangkatan menggunakan *crane*. Berdasarkan hasil wawancara selama kegiatan magang 2 di proyek Jakarta Glora Marriott Hotel bersama staf HSE PT TOTAL BANGUN PERSADA Tbk, diketahui bahwa beberapa kali terjadi insiden kecelakaan kerja ringan saat proses pengecoran menggunakan *bucket cor*, seperti pekerja mengalami keseleo pada tangan serta terkena cipratan material beton.

Dalam kondisi tertentu, peran tenaga kerja manusia dapat digantikan oleh alat atau teknologi untuk meningkatkan keselamatan kerja (Yayasan et al., 2020). Sebagai contoh, penggunaan mesin *aktuator linear* dapat berfungsi sebagai pengganti tenaga manusia dalam tugas-tugas tertentu yang bersifat repetitif, berat, atau berisiko tinggi (Lukman Prasetyo et al., 2023). *Aktuator*

linear adalah perangkat mekanik yang mengubah energi (listrik, hidrolik, atau pneumatik) menjadi gerakan *linear*, yaitu gerakan dua arah maju atau mundur (Rika Widianita, 2023).

Berdasarkan paparan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan pengembangan inovasi berupa pembuatan alat *bucket* cor yang dilengkapi dengan katup otomatis serta tambahan vibrator dengan harapan mengurangi resiko kecelakaan kerja pada operator *bucket* cor. Dengan inovasi ini diharapkan, proses pengangkatan, pemindahan, dan penuangan beton dapat dilakukan dengan lebih presisi serta minim campur tangan manusia. Selain itu, penambahan vibrator pada *bucket* cor diharapkan dapat memperbaiki kualitas pengecoran dengan memastikan distribusi beton lebih merata serta mengurangi kemungkinan terjadinya segregasi.

1.2 Fokus Penelitian

Penelitian ini difokuskan agar memiliki arah serta tujuan yang sesuai dengan metode yang diterapkan. Adapun ruang lingkup fokus dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Katup otomatis pada rancangan *bucket* cor menggunakan *aktuator linear* DC 12 volt sebagai penggeraknya.
2. Vibrator pada *bucket* cor ini menggunakan motor getar elektrik DC 12 volt sebagai pemberi getarnya.
3. Katup otomatis pada *bucket* cor dioperasikan menggunakan *remote control* dengan sistem radio relay berbasis RF (*Radio Frequency*).
4. Otomatisasi katup dan inovasi vibrator pada *bucket* cor menggunakan arus DC sebagai sumber daya untuk mengoperasikan sistem.
5. Perancangan Prototipe *Bucket* Cor Katup Otomatis dengan Inovasi Vibrator untuk Konstruksi Bangunan Gedung difokuskan pada upaya mengurangi potensi kecelakaan kerja yang dapat dialami oleh operator saat melakukan proses pengecoran manual.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana rancangan prototipe *bucket* cor katup otomatis dengan

inovasi penambahan vibrator dengan harapan dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja pada operator *bucket cor*?”

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan prototipe *bucket cor* dengan katup otomatis dan penambahan vibrator, yang bertujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja dalam proses pengecoran beton. Otomatisasi pada katup dirancang untuk mengatur aliran beton secara lebih aman dan terkendali, sedangkan inovasi vibrator ditujukan untuk memperlancar aliran material serta mengurangi potensi penyumbatan, sehingga keseluruhan proses pengecoran menjadi lebih aman bagi pekerja.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini terdiri dari, manfaat bagi mahasiswa dan manfaat bagi perusahaan konstruksi:

1. Bagi mahasiswa

Penelitian ini memberikan manfaat bagi mahasiswa, terutama dalam pengembangan pengetahuan dan keterampilan di bidang teknik dan keselamatan kerja. Melalui penelitian ini, mahasiswa dapat memperluas wawasan mereka tentang konsep otomatisasi dalam dunia konstruksi, khususnya pada sistem *bucket cor*, serta memperdalam pemahaman mengenai perancangan sistem mekanik, elektrikal, dan kontrol otomatisasi.

2. Bagi Universitas

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan ajar dalam mata kuliah terkait seperti mekanika teknik, otomasi, atau teknologi konstruksi. Selain itu, juga dapat menjadi referensi ilmiah untuk penelitian mahasiswa lainnya di masa mendatang.

3. Bagi Industri

Penggunaan sistem otomatis dalam pengoperasian *bucket cor* mengurangi keterlibatan pekerja dalam kondisi berbahaya, seperti bekerja dengan material panas atau di ketinggian, yang berpotensi menurunkan tingkat kecelakaan di lokasi konstruksi.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan lebih jauh teknologi otomasi dalam konstruksi, khususnya dalam hal desain katup otomatisasi dan penggunaan vibrator dalam *bucket* cor. Peneliti dapat melakukan pengujian lebih lanjut untuk meningkatkan performa sistem.

